43

# NOTICE

## SUR LES TRAVAUX

### DE M. HERVÉ MANGON.

EPREUVE.

# NOTICE

## SUR LES TRAVAUX

### DE M. HERVÉ MANGON.

# NOTICE

## SUR LES TRAVAUX DE M. HERVÉ MANGON.

L'agriculture française fait de grands progrès depuis quelques années. Les voies de transport, plus nombreuses et plus perfectionnées, lui ont permis d'étendre le cercle de ses relations et d'aborder à son tour l'application des procédés scientifiques, dont l'industrie fait depuis longtemps déjà un si brillant emploi.

Une science nouvelle se constitue au profit de l'exploitation du sol. La physique, la chimie, la géologie révèlent au cultivateur des ressources ignorées autrefois. La mécanique, l'hydraulique, et l'art de l'ingénieur, mettent à sa disposition des moteurs et des machines de toute sorte pour ses travaux, de l'eau pour ses irrigations, le drainage pour aérer et assainir sa terre, des méthodes de dessèchement et d'endiguement pour la soustraire à l'invasion des eaux. Chaque jour la pratique de la ferme tend à se rapprocher de celle de l'usine et à demander comme elle aux connaissances positives le perfectionnement de ses méthodes, l'accroissement et la régularisation de ses produits annuels.

Désigné par quelques travaux que l'administration m'avait antérieurement confiés pour initier les élèves de l'Ecole des ponts et chaussées aux connaissances de génie rural auxquelles ils sont si souvent forcés de recourir pour l'accomplissement de leurs devoirs, surtout depuis la création des services hydrauliques, j'ai compris que si je voulais leur parler d'économie rurale avec autorité, la pratique seule pouvait m'en donner le droit.

Je me suis donc fait une loi d'exécuter des opérations agricoles. Si je n'eusse écouté que mes goûts, j'aurais pu les entreprendre sur une petite échelle en me livrant à l'exploitation de mon patrimoine, situé naturellement dans les conditions spéciales d'une contrée déterminée ; mais j'ai pensé que mes études et mes travaux auraient plus d'utilité, un caractère plus élevé et plus général, si je m'astreignais, pour un temps, à opérer tour

à tour, à mesure que l'exigeaient les questions que j'avais à éclairer, sur divers points de la France, sous des climats différents, en faisant concourir l'expérience d'autrui et les résultats de nombreux voyages aux données de mes observations personnelles, en étendant mes travaux à des phénomènes d'ensemble, impossibles à réunir et à approfondir dans le cercle limité d'une exploitation unique, quelque bien située qu'on la suppose.

Telles sont les conditions dans lesquelles j'ai cru devoir me placer. Quelques indications rapides montreront les travaux de pratique agricole que j'ai pu réaliser ainsi.

Après avoir visité et étudié avec détails les principales irrigations de la France, de la Belgique, de l'Angleterre, de l'Écosse, de l'Espagne et de l'Algérie, j'ai essayé de résoudre, par plusieurs années d'un travail soutenu sur le terrain, combiné avec les travaux de laboratoire nécessaires pour en déterminer le sens, un des problèmes les plus obscurs de cette branche considérable de l'exploitation du sol (1).

Alors que le drainage était à peine connu en France, j'ai créé plusieurs fabriques de tuyaux et fait exécuter des drainages si nombreux, et sur une si grande étendue, que j'ai pu rencontrer dans ma pratique des faits que j'ai signalés en leur temps et des accidents auxquels j'ai indiqué des remèdes aujourd'hui adoptés partout (2).

Mais je n'ai pas cru que l'étude des effets du drainage fût complète, et j'ai pensé qu'elle exigeait une suite longtemps continuée d'expériences précises ; c'est dans ce but que j'ai installé des appareils sur plusieurs terrains drainés mis à ma disposition, en vue de reconnaître les variations que l'eau écoulée des drains et l'air contenu dans leurs tuyaux éprouvent selon les saisons ou les circonstances de la culture. La première série de ces expériences, continuées pendant trois années, est terminée et pourra paraître bientôt. Les autres séries, troublées par des circonstances indépendantes de mes efforts, doivent être continuees.

La méthode du répandage des fumures à l'état d'engrais liquides est encore peu connue en France. Un de mes amis a voulu l'expérimenter dans une ferme du Sancerrois : c'est sur mes projets qu'il a construit ses citernes, sa machine à vapeur et sa distribution.

(1) Voir ci-après § I et II. — (2) Voir ci-après §, III, IV, V, VI et VII.

Par la nature même de mes études et de mes fonctions, mon attention s'est portée sur des problèmes qui, après avoir été longtemps délaissés, sont entrés aujourd'hui dans la voie d'une prochaine solution. Il s'agit de terrains à rendre à la culture soit aux bords de la mer par des endiguements, soit dans les pays à étangs par un meilleur aménagement des eaux et l'emploi de bons amendements. Mes travaux, dans cet ordre d'idées, ont porté sur les trois points suivants :

J'ai dressé les projets d'endiguement de vastes polders dans la baie de Noirmoutiers. Ces projets sont actuellement exécutés et d'autres de même nature se poursuivent à leur exemple dans les environs. Ces travaux m'ont donné l'occasion d'étudier l'emploi du goëmon dans les terrains de cette espèce et d'établir que la fertilité d'un sol arable peut ne pas décroître avec le temps, quand il est convenablement traité (1).

J'ai commencé les travaux relatifs à l'amélioration de la Sologne, dont l'exécution se poursuit encore (2).

Enfin, la loi qui vient d'être votée au sujet des améliorations de la Dombes avait été précédée d'une longue étude dont j'ai résumé les résultats dans un rapport fort étendu (3).

C'est encore en poursuivant ces travaux de grande pratique agricole, que j'ai étudié l'effet des climats et que j'ai appris comment il convenait d'organiser les observations météorologiques, dépendant du corps des ponts et chaussées, qui préparent une bonne climatologie de la France en ce qui concerne la chaleur, la pluie et les vents. Les instruments spéciaux que j'ai imaginés ou perfectionnés dans ce but ont déjà servi à recueillir un si grand nombre d'observations que leur efficacité n'est plus en question (4).

Les amendements et les engrais artificiels sont devenus d'un emploi si familier aux agriculteurs que les ingénieurs des ponts et chaussées, si souvent mis en contact avec eux pour l'accomplissement de leurs fonctions, pourraient, en leur en signalant l'utilité ou en les éclairant sur leur valeur, leur rendre des services certains. Un laboratoire spécial, organisé sur mes indications et dont la direction m'est confiée depuis sa création, fournit gratuitement toutes les analyses de ce genre qui sont

(1) Voir ci-après § VIII. — (2) Voir ci-après § I. — (3) Voir ci-après § IX. — (4) Pluviomètre totaliseur, anémomètre enregistreur simplifié, pluvioscope, *Voir* ci-après § XV.

demandées à l'administration par les ingénieurs ou par les particuliers.

Parmi les questions que j'ai été conduit à discuter dans ces travaux du laboratoire, il en est plusieurs qui m'ont paru dignes d'être suivies d'une manière complète, parce qu'elles se rattachent aux travaux d'ensemble signalés en commençant; il suffira d'indiquer les suivantes :

Les eaux fluviales entraînent avec elles des matières dissoutes et des limons fertilisants. On ne possède que des données assez vagues sur la nature, l'origine et le volume annuel de ces substances, qui n'intéressent pas moins l'agriculture en général que la géologie et les services de navigation.

J'ai poursuivi cette étude pendant une année entière sur la Durance, pendant plus de deux ans, en temps de crue, sur la Loire et quelques-uns de ses affluents. Je suis à même d'indiquer, avant peu, combien la première de ces rivières et les crues des autres portent de sédiment à la mer chaque année, et quelle en est la nature.

Les matières organiques ou minérales que les cours d'eau tiennent en dissolution et les limons qu'ils charrient, ne sont pas les seuls éléments de fertilité que l'industrie de l'homme puisse se proposer d'en obtenir. Les végétaux aquatiques qui se développent dans leur lit peuvent fournir un excellent engrais. J'ai exminé ce sujet avec grande attention, et j'ai fait voir quelle valeur exacte il convient d'attribuer aux plantes aquatiques dont le cours des ruisseaux est si souvent embarrassé (1).

De même, l'examen d'un grand nombre de vases de rivières, m'a permis d'établir l'énorme quantité de matières fertilisantes que les agriculteurs peuvent obtenir du curage des cours d'eau qui traversent leurs héritages (2).

J'ai constaté depuis longtemps, dans le même ordre d'idées, la valeur des produits entraînés à la Seine par les eaux d'égout ou par les eaux vannes de la ville de Paris. Il est facile de tirer une conclusion pratique des résultats qui m'ont été fournis par mes analyses et par des constatations qui, dans ces dernières années, ont servi de base à divers projets à l'étude (3).

Les analyses d'amendements ou d'engrais de fourrages et autres produits *exclusivement agricoles* effectuées dans le laboratoire que je dirige, depuis 1856 jusqu'à ce jour, s'élèvent au nombre de 2,400, non compris les

(1) Voir ci-après § XI. — (2) Voir ci-après § X. — (3) Voir ci-après § XII, XIII et XIV.

eaux d'irrigation. Il en est peu auxquelles je n'aie pas pris une part directe, et que je n'aie pas contrôlées. Toutes ont été exécutées d'après des méthodes que je n'ai adoptées qu'après des vérifications nombreuses. Le chiffre précédent suffit pour indiquer l'importance et l'utilité des services rendus par cette institution à l'industrie rurale.

Les machines agricoles prennent une place de plus en plus sérieuse dans toute exploitation bien conduite. Quelles sont les meilleures d'entre elles ? A quel signe les reconnaît-on ? J'ai consacré beaucoup de temps à l'étude de ces questions. Chargé souvent, par l'administration, de l'achat et de la réception d'appareils agricoles importants, j'ai pu faire, grâce à cette circonstance et à quelques autres, de très-nombreux essais dynanométriques. Ceux de ces essais consacrés à l'étude des machines à fabriquer les drains forment une série complète, digne d'intérêt, et offrent des applications d'une méthode générale d'essai au dynamomètre des machines d'agriculture.

Ces divers travaux et quelques autres dont on trouvera plus loin le résumé m'ont occupé, je puis le dire, sans relâche depuis quinze années. J'ai accepté avec dévouement la mission qui m'était offerte, et à mesure que l'expérience vient à mon aide, ma conviction se fortifie encore, et je demeure de plus en plus certain que le corps des ponts et chaussées, chargé de vivifier l'agriculture, en lui donnant les moyens de transport qui lui manquaient, avait besoin de mieux la connaître, et que le cultivateur a beaucoup gagné, de son côté, à venir chercher, près des ingénieurs sortis de nos grandes écoles scientifiques, assistance et lumières pour les difficultés qui l'arrêtent.

C'est donc avec une ferme confiance que je poursuis mes études de génie rural. Si mes efforts ont pour résultat d'introduire dans l'appréciation des instruments et des pratiques agricoles ou dans les dispositions qui touchent à l'agriculture, l'esprit de précision et les méthodes exactes qui ont élevé si haut notre industrie, je ne regretterai pas d'avoir dirigé ma vie, qui aurait pu trouver un plus lucratif emploi, vers des objets qui m'attiraient par une irrésistible conviction de leur importance sociale et de leur intérêt scientifique.

Les observations précédentes étaient nécessaires pour montrer la voie

que je parcours. On trouvera dans les pages suivantes des résumés succincts de ceux de mes travaux qui ont été publiés. J'ai cherché à rapprocher les études de même nature, en sacrifiant, au besoin, l'ordre chronologique absolu.

I

### Études sur les irrigations de la Campine et les travaux analogues de la Sologne et d'autres parties de la France.

Un volume in-8°, avec 4 planches, 1859 (*épuisé*).

La Campine fait partie des provinces d'Anvers et du Limbourg (Belgique); elle présentait en 1840 une étendue de 100 à 150,000 hectares de terres absolument incultes, et ne renfermait que 225,000 habitants. Aujourd'hui le pays, traversé par un grand canal d'arrosage, offre d'immenses surfaces de magnifiques prairies arrosées et de riches cultures de toutes sortes. La Campine présente l'un des plus remarquables exemples de l'application des travaux publics à l'agriculture.

Les irrigations de la Campine attirèrent d'autant plus l'attention de l'auteur, lorsqu'il en eut connaissance, que les faits réalisés en Belgique venaient confirmer, en grande partie, les opinions qu'il avait émises en 1848 et 1849 au sujet de la Sologne, et ses idées déjà anciennes sur l'amélioration de plusieurs autres parties de la France.

L'ouvrage dont on vient de rappeler le titre est partagé en trois parties. Les deux premières sont consacrées aux travaux belges et aux dispositions législatives qui ont permis de les réaliser.

La troisième partie n'est que la reproduction de l'un des rapports de l'auteur sur la Sologne en 1845, dans lequel il indiquait les travaux déjà réalisés, et le programme général des opérations à entreprendre, programme dont l'exécution se poursuit lentement, il est vrai, mais à peu près sans modification depuis cette époque.

Les principales dispositions de la législation belge, dont les avantages étaient signalés dans l'ouvrage en question, ont été reproduites dans les lois françaises du 19 juin 1857, sur l'assainissement et la mise en culture des Landes de Gascogne, et la loi du 28 juillet 1860,

sur la mise en valeur des marais et des terres incultes appartenant aux communes.

II

### Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations sous divers climats.

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 16 février 1863.

Ce Mémoire forme un volume, contenant une planche et un grand nombre de tableaux numériques. Il est le fruit de plusieurs années de recherches assidues, poursuivies dans les Vosges et dans le Vaucluse.

Ce travail a été récemment distribué à MM. les membres de l'Académie des sciences. L'auteur prie instamment de s'y reporter : son étendue ne permet pas d'en donner ici une analyse suffisante.

III

### Agriculture.

Article extrait de la 2e édition du *Dictionnaire des arts et manufactures*, 1851.

Cet article, tiré à part à un grand nombre d'exemplaires, est épuisé. Il équivaut à plus de deux volumes in-8° ordinaires.

Il renferme le *Premier Traité original de drainage* publié en France. Ce travail a servi de guide aux auteurs de plusieurs ouvrages plus récents, ce qui décide l'auteur à le mentionner ici.

IV

### Études sur le drainage au point de vue pratique et administratif.

Un volume in-8°, avec 12 planches, 1853 (*épuisé*).

Cet ouvrage était le fruit de quatre années de voyages en Angleterre et d'expériences faites sur un très-grand nombre d'hectares de terres drainées sous la direction de l'auteur dans différentes parties de la France.

L'Académie des sciences a honoré cet ouvrage, en 1855, du prix décennal fondé en faveur de l'ouvrage le plus utile à l'agriculture, publié dans les dix années précédentes.

V

**Instructions pratiques sur le Drainage.**

Un volume in-12, 1re édition, 1855; 2e édition, 1856; 3e édition 1862.

Ce petit ouvrage a été tiré à plus de 11,000 exemplaires. Il renferme plusieurs procédés nouveaux imaginés par l'auteur pour le drainage des sources, la suppression des obstructions, le jaugeage des drains, etc.; ils constituent les principaux perfectionnements apportés au drainage depuis son introduction en France.

VI

**Des obstructions qui se forment dans les tuyaux de drainage.**

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 25 août 1856.

Dans certains sols, les eaux de drainage laissent déposer plus ou moins rapidement des matières solides qui, formant des obstructions dans les tuyaux, s'opposent à l'écoulement des liquides et ne tardent pas à rendre inutiles les travaux exécutés. Ces accidents sont les plus graves que l'on puisse rencontrer dans les travaux de drainage. S'il n'était pas possible de les prévenir, on devrait renoncer complétement à l'assainissement, à l'aide de tuyaux, des terrains où ils se présentent.

Les obstructions formées dans les tuyaux par le dépôt chimique de substances dissoutes d'abord dans les eaux de drainage sont de deux natures différentes : les unes sont principalement formées de carbonate de chaux, les autres contiennent une forte proportion d'oxyde de fer.

Les *obstructions calcaires* se produisent dans les tuyaux où circulent des eaux chargées de carbonate de chaux dissous par un excès d'acide carbonique. Il suffit, d'après l'auteur, pour empêcher leur formation, de

s'opposer au dégagement du gaz carbonique que renferment les eaux, en plaçant un regard pneumatique à quelques mètres en amont de la bouche de décharge et, s'il y a lieu, au point de réunion des maîtres drains.

Ces regards pneumatiques sont construits, comme les regards ordinaires, avec deux ou trois gros tuyaux à emboîtement, posés verticalement sur une pierre plate ou sur une large tuile, et recouverts de la même manière. Mais, contrairement à ce qui a lieu pour les regards ordinaires, le tuyau d'amenée, dont on augmente la pente sur une certaine longueur, débouche à quelques centimètres au-dessous du tuyau d'écoulement. A l'aide de cet artifice, les tuyaux de drainage sont séparés de l'air extérieur, et la condition désirée se trouve exactement remplie.

Les *obstructions ferrugineuses* sont formées de dépôts très-abondants boueux et gélatineux, plus ou moins consistants; leur teinte varie du rouge foncé au rouge ocreux terne. Quand les dépôts se forment dans une eau tranquille, on voit apparaître à sa surface des pellicules irisées que la moindre agitation précipite au fond du liquide. Ces dépôts bouchent rapidement les tuyaux sur de plus ou moins grandes longueurs et arrêtent complétement l'écoulement des drains. Les eaux où se forment ces dépôts se rencontrent surtout dans les terrains riches en oxydes ou en sulfures de fer, dans les marais proprement dits, dans les sols tourbeux et dans les terres exposées aux infiltrations de terrains boisés placés à un niveau plus élevé.

Lorsqu'on recueille un dépôt récent et l'eau même au sein de laquelle il se forme, il suffit de jeter le tout sur un filtre pour obtenir un liquide parfaitement clair. Ce liquide, renfermé dans des flacons entièrement remplis et bien bouchés, ou placé dans une atmosphère dépourvue d'oxygène, conserve indéfiniment sa transparence. Exposé à l'action de l'oxygène pur ou de l'air atmosphérique, il se trouble au contraire en quelques instants et laisse déposer la matière ocreuse qui forme la base de ces obstructions.

On débarrasse facilement de ce liquide, par quelques lavages à l'eau pure, le dépôt recueilli dans les drains ou dans les fossés de décharge. Par son exposition à l'air, la teinte devient de plus en plus rougeâtre. Après quelques heures, lorsque la couleur paraît ne plus varier, si l'on introduit le dépôt dans un flacon rempli d'eau et bien bouché, on voit peu à peu

la teinte rougeâtre repasser au brun foncé, presque noir. Après quelques semaines, il suffit de jeter le produit sur un filtre pour obtenir de nouveau un liquide clair, qui se trouble rapidement à l'air en laissant déposer le produit ocreux. Quant au dépôt laissé sur le filtre, on le retrouve avec la teinte rougeâtre qu'il présentait au moment où on l'a renfermé dans le flacon. La même série d'observations peut se reproduire un certain nombre de fois sur le même échantillon. Le produit en question présente donc ce double caractère, de devenir *insoluble* par son *oxydation* et de pouvoir se réduire quand on l'abandonne à lui-même, de manière à redevenir en partie soluble.

De ces observations et de plusieurs autres, il résulte :

1° Que les eaux qui produisent les obstructions ferrugineuses dans les tuyaux de drainage conservent leur limpidité et ne donnent lieu à aucun dépôt quand elles sont mises à l'abri de l'action de l'oxygène de l'air ;

2° Que le dépôt récemment formé peut exercer sur lui-même une action réduisante qui le fait en grande partie repasser à l'état soluble.

Des regards pneumatiques semblables à ceux qu'exigent les obstructions calcaires, préviennent donc également la formation des dépôts ocreux dans les tuyaux de drainage. Seulement, au lieu d'empêcher la déperdition de l'acide carbonique ils empêchent la rentrée de l'oxygène de l'air. Si un peu de ce gaz arrive aux tuyaux pendant les grandes sécheresses ou avec l'eau des premières pluies, il pourra, il est vrai, se former accidentellement quelques dépôts, mais ils réagiront sur eux-mêmes, après avoir absorbé l'oxygène contenu dans l'air des tuyaux, ne tarderont pas à repasser en partie à l'état soluble, et seront facilement entraînés par le mouvement de l'eau dans les drains pendant la saison pluvieuse.

On pensait, en général, que ces dépôts se formaient par la précipitation d'une certaine quantité de carbonate de protoxyde de fer, tenu en dissolution dans l'eau par un excès d'acide carbonique. La solubilité du carbonate de protoxyde de fer est insuffisante pour expliquer l'abondance de certains dépôts.

L'auteur a démontré le premier l'absorption de l'oxygène et observé la réduction spontanée du produit, qui assure le succès complet des re-

gards pneumatiques, dont il a indiqué l'emploi pour prévenir les obstructions ocreuses dans les tuyaux de drainage.

## VII

### Sur certains composés organiques à base de fer, comme moyen de transport de l'oxygène sur les matières combustibles.

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 29 août 1859.

L'auteur développe les conséquences des observations contenues dans le mémoire précédent.

On trouve en effet dans les terrains agricoles des produits organiques contenant du fer qui rappellent certaines propriétés des acides crénique et apocrénique de Berzélius et qui présentent, au point de vue de l'oxydation ou de la réduction de ce métal, des propriétés dignes d'intérêt.

Lorsque le fer est à l'état de protoxyde dans ces composés, ils sont solubles dans l'eau. Cette dissolution, exposée à l'air, absorbe l'oxygène et laisse déposer d'abondants flocons d'un rouge ocreux. Le précipité, mis à l'abri du contact de l'air, se réduit spontanément, repasse au bleu noirâtre, redevient en partie soluble, et fournit une liqueur sur laquelle les mêmes phénomènes peuvent se reproduire un certain nombre de fois.

Des pieux de fondation d'un pont sur la Gélisse, affluent de la Baise, ont été trouvés complétement carbonisés il y a quelques années, et l'eau puisée au fond de la fouille où l'on enlevait ces pieux renfermait une quantité très-notable du produit dont il s'agit.

Ebelmen a signalé l'oxydation du protoxyde de fer provenant des roches qui se désagrégent comme une des causes de l'appauvrissement en oxygène de notre atmosphère. N'est-ce pas à l'aide des propriétés de ce sel crénique de fer que la nature nous restitue cet oxygène?

En effet, partout où le peroxyde de fer rencontre des matières organiques en décomposition, le composé crénique se produit et la réduction du peroxyde de fer peut se réaliser ensuite avec un dégagement d'acide carbonique qui, réduit par les plantes, restitue à l'air son oxygène.

Ainsi, parmi les produits habituels et nécessaires de l'altération des

matières organiques, il faut compter un acide qui, par lui-même ou en se modifiant, forme avec le protoxyde de fer un sel soluble bleu noirâtre, et avec le peroxyde de fer un sel insoluble ocreux. A l'abri de l'air, le sel bleu noirâtre se reproduit toujours; c'est le sel ocreux qui, à l'air libre, prend toujours naissance.

A l'état soluble, il transporte l'azote que son acide renferme partout où pénètre sa solution; redevenu insoluble, il oxyde les matières organiques pour les transformer en composés assimilables par les plantes.

Il y aurait donc, à la faveur de ce composé ferrugineux, une véritable circulation et une véritable respiration du sol arable, artérielle à la surface, veineuse au fond. Le drainage augmenterait la puissance du système artériel.

## VIII

### Du goëmon dans la culture des polders.

*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 29 août 1859.

Le varech ou goëmon est le seul engrais employé dans les terrains de l'île de Noirmoutiers (Vendée). On l'emploie aujourd'hui à la même dose qu'il y a un siècle; d'anciens documents prescrivent aux tenanciers de certaines terres le transport d'un nombre de charges d'âne de goëmon précisément égal à celui que l'on met aujourd'hui dans les mêmes parcelles. Évidemment, la composition de ce produit est la même qu'à cette époque, et comme le rendement moyen des terres est à peu près le même aussi, d'après les livres de dîmes que l'on possède encore, on va comprendre avec quel intérêt l'auteur a examiné les circonstances qu'il va indiquer, lorsque des études de travaux de polders l'ont amené dans ce pays, il y a quelques années.

Par suite d'une singularité que l'on ne rencontrerait probablement nulle autre part, les terres de l'île de Noirmoutiers, comme si l'on avait voulu les consacrer à une grande expérience agricole, ne reçoivent jamais d'engrais d'origine animale. Le bétail, assez peu nombreux dans l'île, est presque toujours renfermé. Le fumier qu'il produit et ses déjections, soigneusement recueillis dans les étables, dans les cours, et jusque sur les

chemins, pétris ensemble, servent à façonner des espèces de galettes, semblables à de grandes bouses de vache que l'on fait sécher au soleil et à l'air. Ces galettes forment pour l'hiver un combustible grossier. La cendre, entassée près de la chaumière, est achetée par les cultivateurs du Bocage, vendéen, qui apportent en échange du bois de chauffage et des fagots.

Ce commerce singulier est mis en pratique de temps immémorial dans l'île de Noirmoutiers. On est donc bien certain que les engrais d'origine animale n'ont point compliqué les résultats donnés par son agriculture. Pour en étudier les éléments, j'ai choisi les champs de la paroisse de Barbâtre, situés dans la partie la plus étroite de l'île, qui ne reçoivent que l'eau de pluie qui tombe à leur surface. Ces terrains forment de véritables polders conquis sur la mer par des endiguements depuis fort longtemps.

Le système de culture adopté pour ces terres est celui-ci. On laisse le champ en herbe pendant quatre ou cinq ans. On obtient, sans fumure, 2,000 à 3,000 kilogrammes de foin par an et par hectare. On défonce cette espèce d'herbage en décembre et janvier. On y sème des fèves qui sont recueillies en juillet ou en août. En août et septembre, on donne un labour léger, on apporte 30,000 kilogrammes de varech frais, que l'on dépose en petits tas, pour le répandre à la fourche et l'enfouir le plus rapidement possible par un labour léger, et enfin on sème du froment. Pendant trois ou quatre ans, on répète chaque année cette fumure et ces semailles, puis on fait une année de fèves sans fumure ; puis on revient, pendant trois ou quatre ans, au froment fumé à 30,000 kilogrammes de goëmon, et ainsi de suite. Tous les quinze ou vingt ans on remet en herbe, comme on l'a dit d'abord.

Le produit est de dix-huit a vingt hectolitres de froment par an. Tous les cultivateurs n'emploient pas une aussi forte fumure, mais leurs récoltes décroissent proportionnellement au moins à la réduction d'engrais. Dans les terres plus douces, le système de culture est un peu différent, mais il n'y a pas à s'en occuper ici.

La proportion d'azote dans le sol cultivé depuis plus ou moins longtemps est essentiellement égale, d'après les analyses de l'auteur, à celle de ce corps dans le terrain vierge de l'alluvion avant l'endiguement. Le régime de culture et de fumure que l'on vient d'indiquer entretient

donc, sans l'augmenter ni la diminuer, la fertilité du sol des polders.

La quantité des sels solubles, qui à l'origine provenait de l'eau de mer dont le sol avait été imprégné, décroît naturellement avec la durée de la culture. Cette décroissance continue jusqu'à ce qu'il s'établisse un état d'équilibre entre les matières solubles entraînées par les eaux et apportées par les engrais. Par l'effet d'une très-longue culture, la proportion du calcaire diminue beaucoup, soit parce qu'il est enlevé par les récoltes, soit parce qu'il est entraîné par les eaux. On conçoit que sa proportion devienne insuffisante avec le temps, et que l'on soit obligé d'ajouter à des terrains de cette espèce du sable calcaire, comme on le pratique sur une si grande échelle avec les tangues, dans les bas pays de la Manche et du Calvados. Tanguer ces anciens polders, c'est, pour le dire en passant, les rajeunir, de tout le temps écoulé depuis que la mer les a abandonnés, en les ramenant à leur composition à cette époque.

Le goëmon qui sert à fumer les terres de l'île de Noirmoutiers est un mélange d'un assez grand nombre de plantes marines communes. Sans reproduire les analyses que contient le mémoire, on peut dire que le goëmon, employé à la dose de 30,000 kilogrammes par hectare, apporte aux champs chaque année 49$^k$,54 d'azote. Or la production moyenne est de 19 hectolitres de froment par an. Cette récolte représente à peu près 1482 kilogrammes de grain et un poids double de paille, soit en tout 4446 kilogrammes de récolte totale exportée, dosant 1 pour 100 d'azote en moyenne, soit 44$^k$,46 d'azote par an. L'azote exporté par la récolte de froment, paille et grain, est donc sensiblement égal à l'azote importé par le goëmon. La récolte de fèves obtenue sans fumure tous les quatre ou cinq ans, et les récoltes de foin faites tous les dix-huit ou vingt ans sont prélevées sur le petit excès de l'azote du fumier, sur celui de la récolte et sur les éléments de fertilité qu'un sol en culture tire toujours de l'atmosphère.

En résumé, la terre d'un polder est aussi riche en azote après plusieurs siècles d'une culture convenable que le sol d'alluvion qui le constituait au moment même de son endiguement. Les craintes relatives à la décroissance rapide de la richesse de ces terrains, souvent conquis à grands frais par des travaux difficiles, ne sont point fondées. Ce résultat,

parfaitement établi par une étude détaillée, est d'un grand intérêt pratique pour les entrepreneurs de travaux d'endiguement de polders.

Le varech, employé comme engrais exclusif a Noirmoutiers, offre un exemple remarquable de la transformation les unes dans les autres des matières organiques nécessaires aux besoins de l'homme sous l'influence de la végétation. L'habitant de Noirmoutiers qui mange 1 kilogramme de pain, consomme, en réalité, sous une autre forme, 12 à 15 kilogrammes de ces varechs que la mer produit en si grande quantité autour de lui, et qui ne pourraient directement lui offrir aucun aliment utile.

## IX

**Rapport sur l'amélioration sanitaire et agricole de la Dombes.**

Un fort cahier in-folio, avec 4 planches coloriées.

La partie insalubre des arrondissements de Bourg et de Trévoux est située sur un vaste plateau à pentes assez prononcées, limité par le Rhône, la Saône et l'Ain, et comprenant les anciennes provinces de Bresse et de Dombes. L'étendue de ce territoire est de 100,000 hectares environ, dont le sixième à peu près est recouvert par les eaux stagnantes. Les étangs, au nombre de plus de 1,600, occupent près de 19,000 hectares. Les étangs restent en eau un ou deux ans et sont mis en culture l'année suivante. Ces étangs, très-peu profonds, sont de véritables marais sur leurs bords. L'abaissement des eaux met à sec le quart ou le tiers de leur surface chaque été; les infiltrations à travers les digues créent d'autres marécages non moins dangereux que les étangs eux-mêmes.

Le nombre des fiévreux dépasse, dans beaucoup de communes, 60 pour 100 chaque année. Les tableaux statistiques, les plans et les observations contenus dans le rapport établissent que les maladies et les décès sont dus aux étangs et proportionnés à leur surface.

La nécessité de supprimer les étangs pour assurer la salubrité du pays résulte, sans conteste, de cette première partie du travail. Mais des intérêts considérables se rattachant à cette espèce de propriété, il fallait l'étudier dans tous ses détails et démontrer la possibilité de transformer économi-

quement les étangs en terre arable. Il serait trop long d'analyser ici ce volumineux travail. Pour faire comprendre la variété des études qu'il comportait, il suffira de reproduire les titres des principaux paragraphes : possibilité de l'assèchement des étangs, — topographie, — imperméabilité du sol, — pluie tombée, — influence des étangs sur le régime des cours d'eau, — limite des débouchés, — curages et routes agricoles, — amélioration du climat par la suppression des étangs, — origine et causes du développement et du maintien des étangs, — les étangs producteurs d'engrais, — système de culture à adopter, — nature chimique du sol, — formation d'une pâture, d'une prairie, — engrais, chaux, marnes disponibles, — produit des prairies en fumier, — origine des succès et des insuccès, — irrigations, — chemin de fer.

Une loi récente, dont le rapport précédent a été le point de départ, vient de décider l'exécution du chemin de fer de la Dombes et d'assurer le développement des principales mesures dont l'auteur avait démontré la nécessité.

X

**Des produits des curages des cours d'eau considérés comme engrais.**

*Annales des ponts et chaussées*, 1857, tome XIV, page 121, et 1860, tome XIX, page 363.

Le curage périodique des ruisseaux, des biefs d'usines et des réservoirs, si utile au point de vue de l'hygiène publique et du régime général des cours d'eau, rencontre presque toujours une certaine résistance chez les riverains, effrayés des dépenses et des embarras des travaux de cette nature. Cependant cette opération fournit une matière fertilisante des plus précieuses dont le prix de revient est presque toujours beaucoup plus bas que sa véritable valeur agricole. Bien loin de redouter le curage de leurs cours d'eau, les propriétaires, mieux éclairés sur leurs intérêts, devraient au contraire, chercher à faciliter ces travaux et à les rendre plus fréquents.

Il existe en France environ 200 000 kilomètres de cours d'eau dont le quart au moins, soit 50 000 kilomètres, devraient être curés chaque année. En évaluant à 0$^{mc}$,05 seulement le volume de vase séchée à l'air

que l'on pourrait extraire par mètre courant de ruisseau, on trouve que le produit des curages pourrait s'élever à 2 500 000 mètres cubes par an. Ce volume de vase contient une quantité de matières fertilisantes au moins équivalente à 2 millions de tonnes de fumier de ferme.

La vase, au moment où on l'extrait, est plus ou moins humide; exposée à l'air et au soleil elle perd rapidement de 50 à 70 p. 0/0 de son poids d'eau et en conserve encore de 5 à 10 p. 0/0 qu'elle n'abandonne qu'au delà de 100°. La vase fraîche pèse de 1100 à 1400 kil. le mètre cube; séchée à l'air et pulvérisée, elle pèse de 700 à 800 kil. le mètre cube.

La composition de la partie minérale des vases varie nécessairement beaucoup avec les localités, mais elles contiennent toutes de 0,4 à 0,5 p. 0/0 d'azote et abandonnent à l'eau froide, comme les terres fertiles, des matières solubles minérales et organiques.

Les échantillons de vases examinés par l'auteur s'élèvent à plus de cent : il serait impossible de reproduire ici ces analyses. On dira seulement que ce mémoire a provoqué beaucoup d'applications pratiques de l'emploi de ces matières, et plusieurs séries de travaux analytiques qui sont venus en confirmer les indications.

## XI

### Des plantes aquatiques d'eau douce considérées comme engrais.

*Annales des ponts et chaussées*, 1860, tome XIX, page 263, et *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, séance du 9 mars 1861.

Les vases dont il a été question dans l'article précédent, ne sont pas le seul produit fertilisant fourni par le curage des cours d'eau. Le faucardement, ou l'arrachement des plantes aquatiques qui se développent dans leur lit, met également à la disposition des riverains un produit d'une grande valeur agricole, trop souvent négligé.

Quand on saura mieux les utiliser, les plantes aquatiques sont appelées à rendre dans l'intérieur des terres des services analogues

à ceux que les cultivateurs du littoral retirent de l'emploi des végétaux marins.

Considérés à ce point de vue, les végétaux aquatiques offrent, en effet, des moyens puissants et économiques de fixer et d'extraire les matières fertilisantes qui s'écoulent en pure perte avec les eaux que l'agriculteur n'emploie pas en irrigations.

Les plantes aquatiques, exposées à l'air et au soleil, perdent assez rapidement de 75 à 92 p. 0/0 de leur poids d'eau. Elles en retiennent alors de 15 à 5 p. 0/0 qu'elles ne perdent qu'à l'étuve. Séchées à l'air elles dosent de 1,0 à 5,5 p. 0/0 d'azote. Incomplétement desséchées, comme elles doivent l'être quand on les emploie pour engrais, elles renferment au moins en général 0,5 p. 0/0 d'azote.

La proportion et la nature des cendres des plantes aquatiques est extrêmement variable pour les mêmes espèces, suivant la nature du liquide ambiant. Tandis que la chaux et l'acide phosphorique dominent dans les cendres des plantes du bassin de la Seine, par exemple, ces produits existent à peine dans les cendres des plantes des cours d'eau des Landes, et se trouvent remplacés par une forte proportion de silice.

L'étude détaillée de la composition des cendres, comparée à celle de l'eau où se développent des plantes quelquefois sans contact avec le sol, comme la lentille d'eau, est extrêmement intéressante, mais on ne pourrait la faire ici sans reproduire de nombreux tableaux de chiffres dont il n'a été publié qu'une partie.

## XII

### L'assainissement des villes et l'agriculture.

*Annales de physique et de chimie*, tome XLIX, 1856, et *Annales des ponts et chaussées*, tome XI, 1856, page 114.

On admet depuis bien longtemps déjà que les immondices des villes sont de précieux engrais qu'il faut rendre à l'agriculture. Mais la réalisa-

tion de ce problème présente des difficultés de différents ordres, et soulève, quant à l'emploi agricole des produits, des questions que n'ont pas toujours bien comprises les auteurs qui se sont occupés des projets de cette nature. — Et d'abord, peut-on, sans inconvénient, jeter sur un terrain cultivé quelconque l'équivalent de sa fumure en liquides de la nature de ceux dont il s'agit ? Non assurément ; il suffit d'avoir étudié de près la question pour savoir que si certains terrains désinfectent immédiatement les liquides versés à leur surface, d'autres sont loin de produire cet effet.

L'auteur indique les conditions à remplir pour que la désinfection ait lieu, pour que les excrétions d'une ville, employées dans leur état naturel, soient pour les plantes un aliment convenable.

Après avoir rappelé les expériences de M. Boussingault, sur le rôle des nitrates dans les terres, encore récentes à cette époque, et les essais de l'auteur sur la *désinfection des vinasses de betteraves* (1), il appelle, avec M. Chevreul, l'attention sur la nécessité de l'aération du sol, soit naturelle, soit produite artificiellement par le drainage, pour produire, par la combustion lente des liquides de déjection des villes, leur désinfection et la transformation en nitrates de ces matières.

Ces idées sont généralement admises aujourd'hui.

## XIII

### Extraction des engrais contenus dans les eaux d'égout.

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 17 novembre 1856. — Un extrait plus étendu est inséré dans les *Annales des ponts et chaussées* de 1856, tome XII, page 394.

L'écoulement du produit des égouts des grandes villes dans les rivières, présente le double inconvénient d'altérer la pureté de l'eau,

(1) Rapport sur les travaux du Conseil de salubrité du département du Nord pendant l'année 1854, page 130.

en infectant quelquefois les vallées traversées par ces liquides impurs, et de priver l'agriculture d'une quantité considérable de produits fertilisants qui coulent sans utilité jusqu'à la mer.

Un habile ingénieur anglais, M. Wicksteed, a reconnu que l'addition d'un peu de lait de chaux aux eaux d'égout, produit un précipité facile à rassembler, qui permet de les clarifier très-rapidement, de les désinfecter et d'en extraire sous un faible volume la plus grande partie des principes fertilisants utiles à l'agriculture.

Frappé des résultats obtenus dans l'établissement créé par M. Wicksteed et dont la description se trouve dans son mémoire, l'auteur a recherché si les mêmes méthodes seraient applicables en France. A cet effet il a pris de l'eau dans l'égout de la rue de Rivoli, qui contenait par litre :

| | |
|---|---|
| Matières dissoutes | 1g,242 |
| Matières solides en suspension | 0g,484 |
| Total | 1g,726 |

Il a trouvé d'ailleurs que 1 litre de l'eau examinée renfermait en azote :

| | |
|---|---|
| Azote de l'ammoniaque libre | 0,0389 |
| Azote des matières solides | 0,0194 |
| Total | 0,0584 |

Telle est la constitution, au point de vue dont il s'agit, du liquide de l'égout de Rivoli, sur lequel ont été faites les expériences que l'on va rapporter.

On a ajouté à ces liquides troubles des quantités variables de chaux, pesée parfaitement sèche, puis éteinte dans un peu d'eau distillée. La précipitation s'est faite de la manière la plus rapide, dans les mélanges renfermant 0g,4 et 0g,5 de chaux pure par litre d'eau d'égout.

La chaux a déterminé la précipitation rapide de 0g,748 par litre de matières solides formées de :

| | |
|---|---|
| Produits solides en suspension | 0g,484 |
| Produits solides dissous | 0g,264 |
| Total | 0g,748 |

Ainsi, la chaux détermine la précipitation du quart environ des matières dissoutes. L'eau, après la précipitation, était d'ailleurs parfaitement limpide, incolore et inodore.

L'azote renfermé dans 1 litre d'eau d'égout, après la clarification par la chaux, se répartit, du reste, de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Azote des matières solides restées en dissolution............ | 0,0082 |
| Azote de l'ammoniaque libre dans le liquide clarifié......... | 0,0306 |
| Azote du précipité produit par la chaux....... ............ | 0,0182 |
| Total......... | 0,0570 |

La chaux précipite donc près de 50 pour 100 de l'azote contenu dans les eaux d'égouts. Mais elle ne paraît pas agir sensiblement sur l'ammoniaque libre que renferment ces eaux, ainsi qu'on devait s'y attendre.

Depuis la publication de ce mémoire, l'auteur a été appelé à faire un grand nombre d'essais sur les eaux des égouts de Reims, et les ingénieurs de cette ville s'occupent en ce moment de l'application en grand du procédé précédent.

## XIV

### Valeur comme engrais des produits de la voirie de Paris.

*Annales des ponts et chaussées*, 1859, tome XVII, page 241.

Les nombreux auteurs français et étrangers qui ont écrit sur l'utilisation comme engrais des déjections des grandes villes, sont bien loin de s'accorder sur la valeur agricole de ces produits. Leurs calculs reposent en général sur des appréciations extrêmement vagues, ou sur des données physiologiques résultant d'observations individuelles, qu'il est impossible d'appliquer aux grands centres de population sans s'exposer à quelque erreur grossière.

L'auteur pense que le premier élément de tout projet sérieux

d'assainissement des villes doit être la connaissance des produits recueillis, d'une manière pratique et pouvant être mis réellement à la disposition de l'agriculture.

Au lieu d'obtenir le résultat cherché, ainsi qu'on l'avait fait jusqu'à présent, en *multipliant*, par la population de Paris, le chiffre obtenu par des observations faites sur quelques individus seulement, il a fait porter ses analyses sur le produit moyen de la ville entière. C'est en *divisant* les totaux obtenus par le nombre des habitants, et seulement ainsi, que l'on peut arriver à une moyenne applicable avec exactitude aux grandes villes placées dans des conditions analogues à celles de Paris.

Les produits de la voirie d'une grande ville sont : 1° les boues et immondices recueillies sur la voie publique ; 2° les matières extraites des fosses d'aisances ; 3° les eaux d'égout.

La première classe de produits est utilisée depuis longtemps par les cultivateurs des environs de Paris et de toutes les villes de quelque importance. Leur valeur et leur emploi étant parfaitement connus, l'auteur se borne à l'examen des deux autres classes de produits.

A l'égard des fosses d'aisances, les opérations analytiques n'ont point porté sur les produits d'une ou de plusieurs fosses, prises isolément, mais sur le mélange de tous ces produits, tel qu'il sort de la conduite en fonte établie entre le dépotoir de la Villette et Bondy.

Le produit de la voirie de Paris s'élevait par an, en 1856, à 354 000 mètres de substances d'une composition moyenne analogue à celle des matières soumises à l'analyse.

Cela posé, sans reproduire les chiffres de la composition moyenne par litre de ces matières, on conçoit qu'il suffira de les multiplier par 354 000 000, pour obtenir le produit annuel des vidanges de Paris, pour une population d'un million d'habitants environ. On trouve ainsi, en se bornant aux chiffres essentiels, que ces matières renferment :

| | | |
|---|---|---|
| | kilog | |
| Azote de l'ammoniaque | 1 086567 | 1421805 |
| Azote des matieres solides | 335238 | |
| Matières organiques, non compris l'azote | | 5175126 |
| Matières minérales | | 4090116 |
| Total | | 10687047 |

Ces chiffres permettent de calculer, par une simple proportion, la composition du produit des vidanges dans presque toutes les villes de France.

La quantité d'azote des vidanges de Paris est égale à celle que contiendraient 355 451 250 kilogrammes de fumier normal. En admettant que la fumure annuelle d'un hectare soit de 20 000 kilogrammes de fumier, on trouverait que la quantité d'azote des vidanges suffirait pour fumer 17 772 hectares par an.

Mais les engrais de cette nature sont beaucoup plus actifs que le fumier ordinaire et renferment beaucoup plus de sels minéraux utiles. Chez les meilleurs fermiers de Lille, on emploie environ, pour une forte fumure, 18 mètres cubes d'engrais flamand contenant 48k.6 d'azote, d'après les analyses faites par l'auteur, en même temps que celles qui font l'objet de cet article. D'après cela, les produits des fosses de Paris pourraient servir à la fumure de 29 250 hectares par an, soit en nombre rond de 30 000 hectares.

Enfin, cet engrais ne saurait être exclusivement employé; son action doit être alternée avec celle des engrais plus riches en carbone et moins riches en sels minéraux. Si l'on voulait employer en agriculture la totalité des vidanges de Paris, il faudrait donc les distribuer sur une étendue de sol arable au moins *triple* de celle qu'elles pourraient féconder annuellement, soit en nombre rond de 90 000 à 100 000 hectares.

Le transport de ces matières dans des vases hermétiquement clos, soit par chemins de fer, soit par voies navigables, est cher. Les analyses de l'auteur prouvent qu'elles ont trop peu de valeur pour supporter des transports aussi longs que ceux qui seraient nécesssaires pour dépasser la zone où s'emploient les boues de ville, et atteindre les pays situés plus loin, qui pourraient seuls les utiliser avec économie.

Il faut donc recourir à l'emploi de tuyaux de conduites et de pompes foulantes à vapeur, comme on l'a fait avec tant de succès pour l'établissement du dépotoir; dans ces conditions, les transports peuvent s'effectuer à des prix tout à fait en rapport avec la valeur des produits dont il s'agit.

Les renseignements donnés par M. Husson dans son ouvrage sur les *Consommations de la ville de Paris*, ont fourni, longtemps après la

rédaction de ce travail, une vérification indirecte des résultats de l'auteur.

La composition des *eaux des égouts* est beaucoup plus variable d'un jour à l'autre et d'un point à l'autre que celle des produits de la voirie. Pour arriver à une évaluation à peu près exacte de la valeur de ces liquides, il faudrait en puiser, d'heure en heure, dans les divers égouts de Paris, faire un mélange de ces différents échantillons, en quantités proportionnelles au débit de l'égout correspondant, et analyser les mélanges ainsi formés chaque jour pendant une assez longue période de temps. Ne pouvant entreprendre une pareille étude, j'ai dû réduire mes analyses au nombre plus restreint d'échantillons que je pouvais obtenir, sans abuser de l'obligeance de MM. les ingénieurs du service des égouts. Du reste, ces échantillons ont été recueillis dans des conditions se rapprochant autant que possible de la moyenne, de sorte que les chiffres obtenus, qui concordent assez bien avec ceux qu'on tire d'un autre ordre de considérations, ne doivent pas s'éloigner beaucoup de la réalité. La richesse en azote des eaux de Paris, s'élève à 0g.0582 par litre environ.

Quant au poids des matières dissoutes ou en suspension, on peut l'évaluer en moyenne à 2 grammes par litre à peu près.

Quant au volume débité, ou plutôt au volume d'un liquide au même degré de concentration que celui qui a servi à l'essai, l'auteur admet qu'à l'époque où ses expérience furent exécutées, il était par an de 21,900,000 mètres cubes environ.

Dans ces conditions, les eaux des égouts de Paris contiendraient :

| | | kilog. |
|---|---|---|
| Azote de l'ammoniaque | 851910 | 1272390 |
| Azote des matières solides | 420480 | |
| Matières organiques non compris l'azote | | 12899100 |
| Matières minérales | | 30879000 |
| Total | | 45050490 |

Ces nombres sont plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité.

L'ouvrage déjà cité de M. Husson sur les consommations de Paris, m'a donné une vérification remarquable de ce travail analytique déjà ancien.

En résumé, les eaux d'égout entraînent chaque année à la Seine au moins 1 200 000 kilogrammes d'azote, dont l'agriculture pourrait tirer un

bon parti pour des arrosages de prairies, comme on le fait à Edimbourg, à Milan, etc.

## XV

### Sur un nouveau pluvioscope.

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 10 décembre 1860, et *Bulletin de la Société météorologique*, 1862, tome X, page 45.

Les pluviomètres ordinairement employés font connaître le volume d'eau tombé dans un temps donné sur une surface déterminée. Ordinairement on observe le pluviomètre une fois par jour, sans se préoccuper si le volume d'eau recueilli est tombé en une ou plusieurs fois, en quelques minutes ou en plusieurs heures. Ces instruments ne fournissent donc aucune indication sur la nature des gouttes de pluie, sur leur nombre, sur leur volume, sur les variations qu'elles éprouvent en traversant une couche d'air d'une certaine épaisseur, sur la direction de leur trajectoire, sur la marche d'une ondée dans une contrée un peu étendue, etc.

Les pluvioscopes à cadran ou à ruban, décrits dans le mémoire, permettent de résoudre ces diverses questions. Sans multiplier les chiffres, on citera seulement comme exemples les résultats suivants :

Le 26 juin 1860, par une petite pluie, il tombait par hectare et par minute, 1,826,000,000 de gouttes de pluie; le 28 juin il ne tombait que 94,000,000 de gouttes par hectare et par minute.

Du 1er septembre 1860 au 28 février 1862, il y a eu à Paris 261 jours de pluie; il est tombé 875 ondées le jour et 765 la nuit; la durée de la pluie a été de 570 heures 59 minutes le jour et de 541 heures 1 minute la nuit.

Ces observations se continuent.

## XVI

**Production de la matière verte des feuilles sous l'influence de la lumière électrique.**

*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 5 août 1861.

Il était intéressant de savoir si la matière verte qui se développe si facilement dans les jeunes feuilles exposées au soleil, se produirait également sous l'influence de la vive lumière des lampes électriques.

L'expérience a été prolongée pendant plusieurs jours à l'aide d'un appareil électro-magnétique, conduit par une machine à vapeur, et on a vu les jeunes feuilles de seigle se développer et se colorer en vert, sous l'influence de la lumière électrique, à peu près aussi bien qu'en plein air. Mais sous d'autres rapports, l'action de la lumière électrique sur les végétaux paraît être tout autre que celle de la lumière solaire.

## XVII

On mentionnera encore ici les publications suivantes, se rattachant directement aux études habituelles de l'auteur :

1° *Irrigations et rizières des Landes*, 1855, Annales des ponts et chaussées.

2° *Rapport sur les machines à battre de l'exposition universelle* de 1855 (en commun avec M. Moll).

3° Plusieurs rapports dans les différents comptes rendus des concours agricoles français ou internationaux.

4° *Rapport sur le mémoire de M. Hoslin sur les gisements calcaires de la basse Bretagne*, Annales des ponts et chaussées, 1859, tome XVII, p. 197.

Ce travail figure ici parce qu'il renferme les analyses, exécutées par l'auteur, de cent dix-huit échantillons de maërles et de calcaires divers applicables aux besoins agricoles.

5° *Irrigations, drainage, dessèchements, colmatage, égouts*, etc., dans l'*Encyclopédie d'agriculture* de MM. Moll et Gayot.

6° *Rapports sur les instruments d'agriculture à l'exposition universelle de Londres* de 1862, broch. in-8°, 1865 (extrait des rapports du jury français).

Ce travail renferme, entre autres, une étude assez développée sur la question encore peu connue du labourage à vapeur, que la réception de dix charrues à vapeur avait permis à l'auteur d'étudier en détail.

7° Un grand nombre de rapports et de communications dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, parmi lesquels on citera seulement des expériences sur l'influence de la densité des semences de blé sur l'abondance de la récolte; des observations sur la vitesse du vent; des rapports sur la mise en rapport des landes de Gascogne; sur le canal d'irrigation de Carpentras, etc.

8° Enfin, de nombreux rapports administratifs sur diverses questions d'intérêt agricole, nécessitant des voyages fréquents et des relations continuelles avec les praticiens, et qui ont permis à l'auteur de recueillir, au profit de son enseignement, les fruits d'une expérience étendue et variée.

FIN.

PARIS — IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET C^e, RUE RACINE, 26.